

牛ふん完熟堆肥の施用が新播採草地の雑草発生に及ぼす影響

著者	小倉 振一郎, 田中 繁史, 遊佐 健司, 狩野 広, 丹内 正樹, 遊佐 良一
雑誌名	複合生態フィールド教育研究センター報告
巻	28
ページ	1-6
発行年	2013-03
URL	http://hdl.handle.net/10097/00121504

牛ふん完熟堆肥の施用が新播採草地の雑草発生に及ぼす影響

小倉 振一郎¹・田中 繁史²・遊佐 健司²・狩野 広²・丹内 正樹²・遊佐 良一²

Effect of Application of Cattle Manure Compost on Weed Infestation in Newly Established Pasture

Shin-ichiro OGURA¹, Shigefumi TANAKA², Kenji YUSA², Hiroshi KARINO², Masaki TANNAI²
and Ryoichi YUSA²

キーワード：アカクローバ、オーチャードグラス、牛ふん堆肥、採草地、雑草

緒 言

家畜排せつ物を堆肥化し、作物生産に利用することは、資源循環の点で大きな意義がある。しかし、家畜ふん堆肥が多量にかつ経年的に施用されると、作物中のミネラル含量およびバランスが悪化する（近藤ら 1979；杉原ら 1979；伊東ら 1982）。筆者らが行った試験では、窒素ベースで慣行施用量と同量の牛ふん堆肥（カリウム施用量は 6.0-7.6 倍）を 3 年間施用したところ、牧草中カリウム含量が上昇し、カルシウム含量が低下し、牧草中 K/(Ca+Mg) 当量比が大きく上昇した（小倉ら 2012）。

牧草中ミネラルバランスを改善する方法として、マメ科牧草の混播が挙げられる。マメ科牧草は、一般に高タンパク質であると同時に、カルシウムやマグネシウムを豊富に含む（農業・食品産業技術総合研究機構 2009）。アカクローバ（*Trifolium pratense* L.）は採草用マメ科牧草の代表種であり、生産性が高く、イネ科草との混播適性に優れているが、その一方で生育期間が短いため、永年維持が難しい（佐藤 1981；中條・大門 1984）。佐藤（1981）によれば、アカクローバ単播では造成 2 年目に夏枯れが著しく、メヒシバ（*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.）等の雑草が繁茂し、アカクローバは消滅したが、オーチャードグラス（*Dactylis glomerata* L.）との混播では 4 年後にも生育が認められ、永続性が改善された。

しかし、家畜ふん堆肥施用下での混播草地における雑草発生と播種牧草の永続性についてはあまり知られていない。草地に発生する雑草の中でも、イヌビエ（*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.）、ノゲシ（*Sonchus oleraceus* L.）、ヒメジョオン（*Erigeron annuus* (L.) Pers.）、ハルジオン（*Erigeron philadelphicus* L.）、エゾノギシギシ（*Rumex obtusifolius* L.）、イタドリ（*Polygonum cuspidatum* Sieb. Et Zucc.）、ヨモギ（*Artemisia princeps* Pampan.）などは草丈が高く吸肥力が大きい大型雑草であり、牧草との間にしばしば競合関係を生

じる（根本 1979）。このような大型雑草の発生が懸念される草地では、堆肥の多量施用によって雑草害が悪化する可能性が指摘されている（根本ら 1990）。当センターの草地には、古くからイヌビエ、エゾノギシギシ、ヨモギなどの好窒素性大型雑草が認められている（酒井ら 1976；1978）ことから、家畜ふん堆肥の施用によって雑草害が悪化する可能性がある。

そこで本研究では、新播採草地への牛ふん堆肥の施用による雑草侵入の状況を、イネ科牧草地およびイネ科牧草とアカクローバの混播草地において比較した。

材料と方法

試験地の造成

調査は、東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター複合陸域生産システム部（宮城県大崎市鳴子温泉）北山地区内の 2 つの採草地（8 号圃場, 1.45 ha；9 号-2 圃場, 1.37 ha）で行われた。これらの採草地は、3-4 年間の飼料用トウモロコシ（*Zea mays* L.）生産と 6-7 年間の寒地型永年牧草の栽培が交互に行われている圃場であり、土壌は非アロフェン質黒ぼく土である。本試験実施前には、トウモロコシが 2006 年 5 月から 2009 年 9 月まで栽培され、150 kg N/ha/年、150 kg P₂O₅/ha/年および 150 kg K₂O/ha/年（化成肥料 1,000 kg/ha/年）および完熟の牛ふん堆肥が 20,000 kg FM/ha/年施用されていた。

これらの圃場は、2009 年 10 月 2-13 日に牧草地に造成された。基肥として尿素 燐 加 安 777 (N-P₂O₅-K₂O = 170-170-170 g/kg) 300 kg/ha、熔成 燐 肥 (N-P₂O₅-K₂O = 0-20-0 g/kg) 400 kg/ha、苦土石灰（アルカリ成分 550 g/kg、マグネシウム 100 g/kg）2,000 kg/ha、牛ふん堆肥 (N-P₂O₅-K₂O = 12.3-11.2-25.0 g/kg) 20,000 kg/ha が施用された。牧草の播種は 2009 年 10 月 13 日に行われた。8 号圃場はオーチャードグラスとトールフェスク（*Festuca arundinacea* Schreb.）

¹ 東北大学大学院農学研究科陸域生態学分野

² 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター

の混播草地 (OT 草地) とし、オーチャードグラス種子 25 kg/ha およびトールフェスク種子 10 kg/ha が播種された。また 9 号-2 圃場はオーチャードグラス、トールフェスクおよびアカクロバの混播草地 (OTR 草地) とし、オーチャードグラス種子 20 kg/ha、トールフェスク種子 10 kg/ha およびアカクロバ種子 5 kg/ha が播種された。

牛ふん堆肥の調製および成分分析

本試験で用いた牛ふん堆肥は、乳牛および肉牛のふんに水分調整材としてオガクズおよびグラスサイレージを混和し、初期水分を 70 % 以下とした後、堆肥製造施設において 30-60 日間、一週間に 2-3 回攪拌して完熟させたものである。調製後、十勝農業協同組合連合会農産化学研究所 (北海道帯広市) に依頼し、水分含量、pH、電気伝導度 (EC) および全窒素 (TN)、リン酸 (P_2O_5)、酸化カルシウム (CaO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化カリウム (K_2O)、灰分、全炭素 (TC)、硝酸態窒素 (NO_3-N)、アンモニア態窒素 (NH_4-N) および無機態窒素 (無機 N) の含量を測定した (表 1)。この分析結果に基づき、以下に記した各処理区の堆肥施用量を算出した。

処理区の設置と試験地の管理

2010 年 5 月に、各草地を同じ面積で二分し、一方を高施肥 (H) 区、もう一方を低施肥区 (L) とした。既報では、

完熟させた牛ふん堆肥を年 4 回分割施用した場合と、同量を年 1 回一番草収穫後にまとめて施用した場合では、いずれも乾物収量および品質に違いがみられなかったことから (小倉ら 2012)、本試験では両区とも牛ふん堆肥のみを 1 年に 1 回一番草収穫後に施用した。H 区の施用量は、窒素ベースで化学肥料による慣行施用量 (東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター 2006) と等量となるように施用し、L 区ではその半量とした。その際、過去の牛ふん堆肥の成分含量のデータから $N-P_2O_5-K_2O = 3.14-6.37-21.20$ kg/t 現物と仮定した。2010 年 (1 年目) には、生草の収量見込を 30,000 kg FM/ha とし、7 月 8 日に牛ふん堆肥を H 区および L 区でそれぞれ 42,000 kg/ha および 21,000 kg/ha 施用した。2011 年 (2 年目) には、生草の収量見込を 40,000 kg FM/ha とし、一番草収穫後の 7 月 6 日に牛ふん堆肥を H 区および L 区でそれぞれ 59,000 kg/ha および 30,000 kg/ha 施用した。各年に用いた堆肥の成分が変動したため、各処理区に実際に施用した有効成分量は当初の設定とはやや異なった (表 2)。

両草地とも、各年 6 月 5-24 日 (一番草)、8 月 5-9 日 (二番草) および 10 月 31 日-11 月 17 日 (三番草) にモアコンディショナにより地上部が収穫され、ロールバールサイレージが調製された。

表 1. 試験期間中に供試した牛ふん堆肥の性状および化学成分.

項目	平均値	最小値	最大値
水分 (% FM)	57.0	53.8	60.1
pH	7.7	7.7	7.7
EC (ms/cm)	9.6	8.3	10.8
TN (g/kg)	10.1	8.3	11.8
P_2O_5 (g/kg)	8.1	7.6	8.5
CaO (g/kg)	6.7	6.6	6.7
MgO (g/kg)	4.0	3.3	4.6
K_2O (g/kg)	18.2	18.0	18.4
灰分 (g/kg)	136	116	156
TC (g/kg)	156	149	162
NO_3-N (g/kg)	0.17	0.10	0.24
NH_4-N (g/kg)	0.23	0.22	0.23
無機 N (g/kg)	0.29	0.26	0.32

表 2. 各処理区に実際に施用した有効成分量 (kg/ha/ 年).

圃場	処理区	2010 年			2011 年		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
8 号	OT-H	107	193	707	208	301	953
	OT-L	53	95	348	104	151	478
9 号-2	OTR-H	106	192	701	208	300	951
	OTR-L	54	97	355	105	152	480

年になると、5月にはL区およびH区でそれぞれ75%および53%認められたが、10月にはL区で13%、H区ではまったく認められなかった。他方OTR草地では、2010年6月にはオーチャードグラスとトールフェスクの合計出現頻度がL区およびH区でそれぞれ79%および67%であったが、その後減少し、2011年にはL区で13-29%、H区で7-18%であった。一方、アカクロウバの出現頻度は2010年7月から2011年5月にかけて大きく上昇し、最大で80-81%に達した。しかし2011年10月には、L区およびH区でそれぞれ14%および3%に減少した。2011年10月における、播種した3草種の合計出現頻度は、L区およびH区でそれぞれ30%および10%であり、OT草地よりも高かった。

表 3. イネ科牧草播種草地 (8 号圃場) の各処理区に出現した植物種とその出現頻度 (%).

植物種名	OT-L 区						OT-H 区					
	2010 年			2011 年			2010 年			2011 年		
	6/9	7/30	10/19	5/27	8/5	10/26	6/9	7/30	10/19	5/27	8/5	10/26
イネ科草本												
オーチャードグラス	64	74	48	60	21	3	81	88	29	52	18	0
トールフェスク	18	16	21	15	18	10	10	3	2	1	2	0
ペレニアルライグラス	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
レッドトップ	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
リードカナリーグラス	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
スズメノカタビラ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イヌムギ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
シバムギ	0	3	7	4	2	2	0	0	0	0	0	0
イヌビエ	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ハルガヤ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
イネ科草本計	92	97	77	80	41	16	92	91	31	56	20	0
マメ科草本												
シロクロバ	0	0	0	2	1	2	0	0	1	3	1	2
その他の広葉草本												
エゾノギシギシ	2	1	18	4	37	71	0	6	55	25	60	69
ヨモギ	2	0	0	9	7	2	2	1	4	8	12	11
ヒメムカシヨモギ	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
オランダミミナグサ	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
イヌタデ	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハコベ	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ツユクサ	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
オオバコ	0	0	0	3	5	5	0	1	2	2	4	9
ハルジオン	0	0	2	1	1	0	0	0	6	4	0	7
ヒメジョオン	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1
イヌガラシ	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ヒレハリソウ	0	0	1	0	4	3	0	0	0	1	2	1
ムラサキサギゴケ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
イチビ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
その他広報草本計	8	3	23	18	58	82	8	9	68	41	79	98
裸地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4. イネ科 / アカクローバ混播草地 (9 号 -2 号圃場) の各処理区に出現した植物種とその出現頻度 (%).

植物種名	OTR-L 区						OTR-H 区					
	2010 年			2011 年			2010 年			2011 年		
	6/9	7/30	10/19	5/27	8/5	10/26	6/9	7/30	10/19	5/27	8/5	10/26
イネ科草本												
オーチャードグラス	63	40	17	13	28	13	53	36	5	15	18	7
トールフェスク	16	5	3	0	1	3	14	4	1	0	0	0
レッドトップ	6	8	1	0	0	1	9	11	0	0	0	1
リードカナリーグラス	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	6
イヌビエ	0	0	0	0	6	7	0	0	1	0	9	10
メヒシバ	0	0	3	0	9	16	0	0	7	0	27	31
ハルガヤ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イネ科草本計	85	53	25	13	44	40	76	52	15	15	58	55
マメ科草本												
アカクローバ	12	42	60	80	40	14	17	47	74	81	28	3
その他の広葉草本												
エゾノギシギシ	0	2	7	7	14	35	0	0	5	3	12	33
ヨモギ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
オランダミミナグサ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
イヌタデ	0	1	7	0	0	2	0	1	5	0	0	1
イタドリ	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
ハコベ	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
ツクサ	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ハルジオン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ヒメジョオン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
イヌガラシ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ヨウシュヤマゴボウ	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0
シロザ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ヒメオドリコソウ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
コオニタビラコ	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
その他広葉草本計	0	5	15	7	16	44	4	1	11	4	14	40
裸地	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	2

播種牧草の年次的な衰退とは逆に、いずれの草地においてもエゾノギシギシが大きく増加し、優占化した。2010 年 5 月におけるエゾノギシギシの出現頻度は、OT 草地では 0-2 %, OTR 草地ではまったく認められなかったが、2011 年 10 月にはそれぞれ 69-71 % および 33-35 % に上昇した。特に、OT 草地における 2011 年一番草収穫以降の増加が顕著であった。また、OT 草地ではヨモギおよびオオバコ (*Plantago asiatica* L.) も増加し、広葉草本の出現頻度がきわめて高くなった。一方 OTR 草地では、イヌビエおよびメヒシバが 2011 年 8 月から増加したが、エゾノギシギシ以外に増加した広葉草本は認められなかった。

堆肥の施用量による植生変化を比較すると、H 区では L 区に比べ播種牧草の衰退が顕著に認められた。エゾノギシギシの増加に明確な違いは認められなかったものの、OT 草地のヨモギおよびオオバコ、OTR 草地のイヌビエおよびメヒシバの出現頻度は、H 区で高い傾向がうかがえた。播

種牧草の合計出現頻度は、最も低かった OT-H 区では 2011 年 10 月には 0 % であったのに対し、OTR-L 区では 30 % であった。また、OT-H 区では 2011 年 8 月にイチビ (*Abutilon theophrasti* Medic.) が 1 地点で記録された。

考 察

秋播きの人工草地では、化学肥料施用量を増加させると牧草の生育が旺盛になり、雑草はほぼ消滅する (酒井ら 1967)。しかし本研究では、OT および OTR の両草地とも、播種牧草は 2 年間で大きく衰退し、エゾノギシギシの出現が顕著であった。供試圃場にはもともとエゾノギシギシの埋土種子が存在し、それらが造成時に地表に曝され、発芽、生育して牧草の衰退を生じさせたと考えられる。エゾノギシギシは寒地型牧草の生育が停滞する夏以降も生育が旺盛であり (梨木ら 1987)、強度の遮光下でも生育が衰えない (村山ら 1976)。こうした性質によって、新播地で急速に生育

し拡大したものと考えられる。また新播地では、播種牧草の密度は自己間引きにより次第に低下するが、エゾノギシギシなどの雑草の侵入が牧草の密度低下を加速させた（梨木 1987）可能性も考えられる。

本結果は、根本（1979）が指摘するように、堆肥施用量の高い区で大型雑草の発生が多く、牧草の衰退が顕著であった。本試験では化学肥料区および無施肥区を設けていないため比較することはできないが、H区では草地への養分供給が多かったことで、播種牧草の生育よりもむしろエゾノギシギシ、ヨモギ、メヒシバおよびイヌビエなどの大型雑草の生育に有利に作用したと考えられる。さらに、牛ふん堆肥に雑草種子が混入し、堆肥化の過程を経ても死滅しておらず、雑草の侵入を増大させた可能性も否定できない。実際に強害外来雑草のイチビがOT-H区の1地点で記録されていることは、牛ふん堆肥による雑草の拡散の可能性を強く示唆する。

このように、両草地とも大型雑草の生育が著しく、特にOT草地では播種牧草がほぼすべて消滅したが、それにくらべOTR草地では播種牧草が残存しており、草地の永続性の改善が認められた。アカクロバはオーチャードグラスとの混播適性が良好であり、アカクロバの窒素固定によってイネ科牧草の生育が促進され（中條・大門 1984）、雑草に対する競争力が増したものと考えられる。

以上のように、オーチャードグラスとトールフェスクの混播採草地への牛ふん堆肥の施用によってエゾノギシギシをはじめとする雑草が大きく増加した。根本ら（1990）が示したように、本結果でも堆肥施用量が高い区では雑草害が大きかった。しかしアカクロバの混播により、播種牧草の永続性が改善され、とくに堆肥の施用量を減らすことによって雑草害が弱まることが示唆された。すでに筆者らは、牧草中ミネラルバランスを適正に保つ観点から、牛ふん堆肥をカリウムベースで施用し、不足する窒素を化学肥料で補うことが有効であることを示している（小倉ら 2012）。これらの結果をふまえると、牛ふん堆肥の施用量の抑制は、飼料草のミネラルバランスの適正化に加え、雑草害の軽減効果をもたらすことが期待される。したがって、アカクロバの窒素固定能を活用し、堆肥の施用量を少なくすることで、雑草の拡大を弱め、持続的に堆肥を飼料生産に活用できると考えられる。

謝 辞

本研究は、文部科学省地域連携融合事業「コンポスト総合科学プロジェクト」の一部として実施された。関係者の皆様に厚く御礼申し上げる。

要 約

新播採草地への牛ふん堆肥の施用による雑草侵入の状況を、イネ科牧草地およびイネ科牧草とアカクロバの混播

草地で2年間調査した。川渡フィールドセンター内の8号圃場をオーチャードグラス（25 kg/ha）とトールフェスク（10 kg/ha）草地（OT草地）、9号-2圃場をオーチャードグラス（20 kg/ha）、トールフェスク（10 kg/ha）およびアカクロバ（5 kg/ha）草地（OTR草地）として造成した。各草地を二分し、高施肥（H）区と低施肥（L）区を設け、毎年一番草収穫後に牛ふん完熟堆肥をH区では42,000-59,000 kg/ha、L区ではその半量を施用した。造成翌年から2年間、牧草収穫日の直前に、各区の植物出現頻度をライン法で調べた。両草地とも播種イネ科牧草が大きく衰退し、エゾノギシギシが大きく増加したが、OT草地では播種牧草が2年間でほぼ消失したのに対し、OTR草地ではL区で30%、H区で10%生存した。またL区はH区にくらべ雑草の出現頻度が小さかった。アカクロバを活用し、堆肥の施用量を少なくすることで、雑草の拡大を弱め、持続的に堆肥を飼料生産に活用できると考えられる。

引用文献

- 中條博良・大門弘幸（1984）混作、間作、輪作における作物の生長と窒素の動態。第1報 アカクロバとの混作初期におけるイネ科牧草の生長。日本作物学会紀事，53：213-221。
- 伊東祐二郎・塩崎尚郎・橋元秀教（1982）多腐植黒ボク土の畑地における牛ふん尿肥の大量施用と土壌の肥沃性。九農試研報，22：259-320。
- 近藤 熙・石井和夫・杉原 進（1979）混播草地に対する牛ふん尿肥の連年多量施用。東北農試研報，60：41-62。
- 村山三郎・小阪進一・福田勝博（1976）草地における雑草の生態的防除に関する研究。第1報 遮光処理が雑草の生育・体内成分におよぼす影響。雑草研究，20：21-26。
- 梨木 守・野本達郎・目黒良平（1987）草地の雑草管理に関する研究。I. 雑草の発生が新播草地における牧草の個体密度および分布に及ぼす影響。雑草研究，32：25-29。
- 根本正之（1979）人工草地における主要雑草の生態的特性。大型雑草の刈取りに対する反応。雑草研究，24：12-18。
- 根本正之・赤池忠光・山中良忠（1990）石礫地草地における堆肥施用が雑草群落に及ぼす影響。雑草研究，35：84-87。
- 農業・食品産業技術総合研究機構（2009）日本標準飼料成分表。中央畜産会，東京，pp.1-268。
- 小倉振一郎・遊佐健司・宍戸哲郎・田中繁史・丹内正樹・佐藤衆介（2012）オーチャードグラス／トールフェスク混播草地における牛ふん堆肥の連年施用が牧草の収量と化学成分に及ぼす影響。東北畜産学会報，62：6-16。
- 酒井 博・佐藤徳雄・藤原勝見・大場義昭（1967）前作物および窒素の施肥が草地雑草の発生に及ぼす影響。雑草研究，6：89-94。
- 酒井 博・佐藤徳雄・藤原勝見・五十嵐 昇（1976）牧草

- の種類および刈取回数が牧草地雑草に及ぼす影響. 第 1 報 利用 1 年目の結果. 日本作物学会東北支部会報, 19: 119-122.
- 酒井 博・佐藤徳雄・藤原勝見・五十嵐 昇 (1978) 牧草の種類および刈取回数が牧草地雑草に及ぼす影響. 第 2 報 利用 2・3 年目の結果. 日本作物学会東北支部会報, 20: 54-58.
- 佐藤 庚 (1981) オーチャードグラスとアカクローバの単播および混播草地の生産性. I. 4 年間の生産性と造成初期の生産構造. 日本草地学会誌, 27: 64-70.
- 杉原 進・石井和夫・近藤 熙 (1979) 畑地に対する牛ふん厩肥の連年多量施用. 東北農試研報, 60: 17-40.
- 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター (2006) 業務報告. 6. 農産・飼料関係. 複合生態フィールド教育研究センター報告, 22: 71-79.